Arnaldoa 21 (1): 105 - 118, 2014 ISSN: 1815-8242

Patrones Electroforéticos de proteínas solubles de semillas de *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora* "algarrobos" de la Costa del Departamento de La Libertad, Perú

Electrophoretic patterns of soluble proteins from seeds of *Prosopis pallida* and *Prosopis juliflora* "carob" of the Coast Department of the Liberty, Peru



Doris Mercado Paredes, Carlos Nomberto Rodríguez & Carlos León Torres
Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo-Perú.
Doris_mp60@hotmail.com; untcarlos@hotmail.com; cartaviolabs@hotmail.com
Cecilia Betzabet Bardales Vásquez
Facultad de Ciencias. Universidad Privada Antenor Orrego.Trujillo-Perú
cbardalesv@upao.edu.pe

Resumen

El propósito del presente trabajo fue determinar Patrones Electroforéticos en Gel de Poliacrylamida de las proteínas solubles de semillas (embrión) de *Prosopis pallida* (Humb. Bonpl. & ex Willd.) Kunth "algarrobo" y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. 'algarrobo" de la Costa del Departamento La Libertad, Perú, con la finalidad de comprobar, si los caracteres fenotípicos externos, mantienen su diferencia a nivel de fenotipos moleculares. Para tal efecto, las muestras fueron sometidas a electroforesis en placa vertical y buffer Tris-Glicina 0.05 M. pH. 8.3, T 8°C, tiempo 6 horas lográndose 14 fracciones en ambas especies y a la lectura densitométrica computarizada más de 20 fracciones en cada especie, las cuales igualmente son coincidentes. Por lo cual, consideramos que bajo las condiciones del presente trabajo, *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora* son la misma especie, queda la posibilidad que estudios a nivel de secuenciación de bases del DNA demuestren lo contrario.

Palabras clave: Patrones electroforéticos, proteínas, *Prosopis pallida*, *Prosopis juliflora,* Departamento La Libertad, Perú.

Abstract

The purpose of this study was to determine Gel Electrophoretic patterns of soluble proteins Poliacrylamida seed (embryo) of *Prosopis pallida* (Humb. Bonpl. & ex Willd.) Kunth "carob" and *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. "carob", of the Coast Department of the Liberty, Peru, in order to check whether external phenotypic characters maintain their difference molecular level phenotypes. To this end the samples were subjected to electrophoresis in a cantilever and Tris-Glycine buffer 0.05 M. pH. 8.3, T 8 ° C, 6 hours while achieving 14 fractions in both species and computerized densitometry fractions over 20 species which are also coincident. Therefore we believe that under the conditions of this study, *Prosopis pallida* and *Prosopis juliflora* are the same species, the possibility remains that level studies of DNA base sequencing prove otherwise.

Key words: Electrophoretic patterns, proteins, *Prosopis pallida*, *Prosopis juliflora*, the Liberty Department, Peru.

Introducción

El género *Prosopis* que abarca unas 28-45 especies para el mundo, con unas 5-6 especies de ellas citadas para el Perú, está distribuido por todas las regiones áridas y semiáridas de América, Asia y África; teniendo a la Argentina como su centro de polimorfismo muy particular y propio (Vilela, 1998).

Entre las características que permiten delimitar las especies, del género *Prosopis* se citan: al hábito de porte variado, que va de arbóreo a arbustivo, pudiendo llegar hasta 20 m de altura y 2 m de diámetro; las ramas con espinas o sin ellas, u otras especies con la presencia de púas originadas por células y a lo largo de las ramas; las hojas bipinnadas, alternas cuando jóvenes, y con tamaño, forma, pubescencia y espacios que separan los folíolos como caracteres taxonómicos muy particulares para distinguir las especies. Igualmente, las flores hermafroditas, frutos en legumbres modificadas, generalmente carnosas e indehiscentes y muy variables en forma, tamaño y color, complementan los caracteres usados mayormente por la taxonomía clásica u ortodoxa (Burkart, 1952; Díaz, 1995).

Por otro lado, las especies del género *Prosopis*, representan recursos naturales renovables elementales y fundamentales sobre todo para el desarrollo del poblador rural de la Costa Norte y ciertos valles Occidentales e Interandinos del Perú, constituyéndose para ello, en extraordinarios Recursos Forestales, forrajeros, energéticos

y alimenticios; además, de constituirse en excelentes fijadores del suelo evitando la erosión. Igualmente, es importante recalcar, que por crecer en suelos marginales en condiciones de extrema aridez, sumados a los múltiples beneficios que brindan, constituyen una alternativa promisoria para la rehabilitación a bajo costo de las grandes extensiones de la región de la costa (Aldave & Mostacero, 1988; Aguirre, 1989).

También, debe hacerse de conocimiento que la determinación de las especies, está basada fundamentalmente en los caracteres foliares, florales, del fruto, y del hábito; caracteres fácilmente observables y medibles tanto en el campo como en el laboratorio.

Otros autores, además consideran las características de adaptación al medio; las que analizadas y una vez determinada su constancia, pueden tomarse como caracteres igualmente Taxonómicos. A pesar de todo esto, la determinación de especies a través de caracteres morfológicos únicamente aún sigue teniendo serias limitaciones. Por lo que, resulta muy aconsejable se tomen en cuenta otros caracteres más constantes (Barriga, 1988; Vilela & Palacios, 1998).

Las especies del género *Prosopis*, han sido durante muchos años objeto de discusión y duda respecto a su verdadero *status* taxonómico. Es así, que se proporcionan diversos nombres que aparentemente corresponden a las especies que habitan en la Costa peruana, sin embargo, las muestras de *Prosopis* denotan diferencias morfológicas, algunas de las cuales coinciden con las descripciones específicas de las obras consultadas y otras no (Ferreyra, 1987).

El Departamento de La Libertad posee varias comunidades de "algarrobales" ubicados en las Provincias de Virú, Pacasmayo, San Pedro de Lloc, y Chepén, considerados actualmente comunidades relictos por la explotación indiscriminada a la que han sido expuestas, por lo que, requieren de una investigación urgente en varios aspectos, entre los que estarían la determinación taxonómica de sus especies para luego emprender estudios de evaluación y conservación que conlleven a preservar y proteger estas escasas y dispersas comunidades; pues, los estudios que se conocen hasta hoy, sólo están referidos a inventarios florísticos generales sin dilucidar los problemas taxonómicos del género, puesto que, no han llegado a delimitar en forma detallada los taxa pertenecientes a cada bosque (Ferreyra, 1979; 1987; Sánchez, 1984; Rodríguez, 1996).

Afortunadamente, la evolución actual de las técnicas empleadas en estudios de la Biodiversidad, desde la sistemática basada en la morfología, hasta el análisis molecular fino de proteínas y ácidos nucleicos pasando por el análisis cromosómico, hacen posible vislumbrar y asegurar que la determinación de las especies se harán con mayor precisión, las que sin duda, dilucidarán las controversias actuales (Parra & Ortiz, 1993; Salas, 1997).

En este contexto, la técnica electroforética en gel de Poliacrylamida, que posee un gran poder de sensibilidad y que ofrece una gran ventaja para diferenciar especies estrechamente emparentadas dentro de un género o una familia, está al alcance de los métodos taxonómicos, (Canchachí, 1977).

En nuestro medio, la técnica de electroforesis es todavía de poco uso para la sistemática de especies tanto vegetales como animales. Sin embargo, se han efectuado ya trabajos empleando la técnica electroforética en gel de poliacrylamida para obtener patrones electroforéticos de proteínas de semillas tales como: *Lupinus mutabilis*

"chocho", *Hordeum vulgare* "cebada", *Phaseolus vulgaris* "fréjol" *Capsicum annuum* "ají", proteínas de la harina de "quinua", "cañihua" y "soya". Así como, proteínas solubles de "camarón" de río y "monengue" (Olivera & Arrascue, 1971; Canchachí & Arellano, 1974; 1977; Cortez, 1979; Salas, 1997; Chávez, 1997).

La interpretación y el valor de la técnica electroforética en gel de poliacrylamida, radica en que, las proteínas de una especie representan una expresión fenotípica a nivel molecular, las que pueden ser separadas en un sistema electroforético, debido a su peso molecular, carga eléctrica entre otros. Constituyéndose por ende, en marcadores de biodiversidad, debido a que la variación de los patrones electroforéticos pueden ser comprendidos en términos genéticos y moleculares, por lo cual, son ampliamente aceptados como una fuente de datos valiosos en evolución, sistemática y genética (Salas, 1997).

La revisión bibliográfica, sobre la taxonomía de las especies del género *Prosopis*, nos permite aseverar que los autores aún no se ponen de acuerdo en determinar si son especies diferentes, o que las diferencias fenotípicas que presentan sólo son consecuencia de los factores ambientales que se presentan en las regiones donde se desarrollan.

Por todo lo manifestado en los párrafos anteriores y, con el fin de contribuir a dilucidar estas controversias taxonómicas, se proyectó este trabajo, con la finalidad de establecer patrones electroforéticos en gel de las poliacrylamida de proteínas solubles de las semillas de *Prosopis pallida* (Humb. Bonpl. & ex Willd.) Kunth y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. y así, determinar si en verdad son especies diferentes debido a que mantienen sus características diferenciales fenotípicas a nivel molecular, o no.

Es decir, determinar hasta qué punto sigue teniendo vigencia el Método Ortodoxo o clásico en la determinación taxonómica, y cual, sería realmente el aporte o el papel que jugaría la técnica electroforética en la taxonomía.

Material y métodos

Material Biológico. Extracto crudo de proteínas de embriones de semillas de *Prosopis pallida* (Humb. Bonpl. & ex Willd.) Kunth y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. de la costa del Departamento de la Libertad, Perú (Fig. 1,2,3,4).

Métodos:

Obtención del embrión: De las vainas de "algarrobo" son extraídas las semillas las cuales mediante acción manual se les elimina el pericarpio, quedando los cotiledones (Fig. 7.) los cuales contienen el embrión, el cual es separado utilizando un estilete (Fig. 5. 6.).

Extracción de proteínas: Se empleó 100 mg de embriones y se procedió a la obtención de las proteínas empleando 10 ml de solución extractora (68mMTris-CH pH 8.0; SDS 1%; Glicerol 1% y 2-Mercaptoetanol 4%) en un mortero por 20 minutos, el sobrenadante es tratado con 1 ml de acetona helada, dejándose en reposo por media hora, centrifugado en las mismas condiciones, el precipitado es re suspendido con 0,5 ml de buffer de corrido Tris-Glicerina 0.05M de pH 8.3. Esta solución, se guarda en congelación para ser empleada en los corridos electroforéticos, previa diálisis por 24 horas en el buffer de corrido. Muestra de corrido: Del sobrenadante se toma 0.01 ml al cual se le adiciona dos gotas de glicerina y una gota de azul de bromofenol; de esta mezcla, se toma 0.03 ml para cada corrido electroforético.



Fig. 1. Árbol de *Prosopis*



Fig. 2. Frutos y semillas de *Prosopis*



Fig. 3. Inflorescencia y hoja de *Prosopis pallida*



Fig. 4. Inflorescencia y hoja de *Prosopis juliflora*

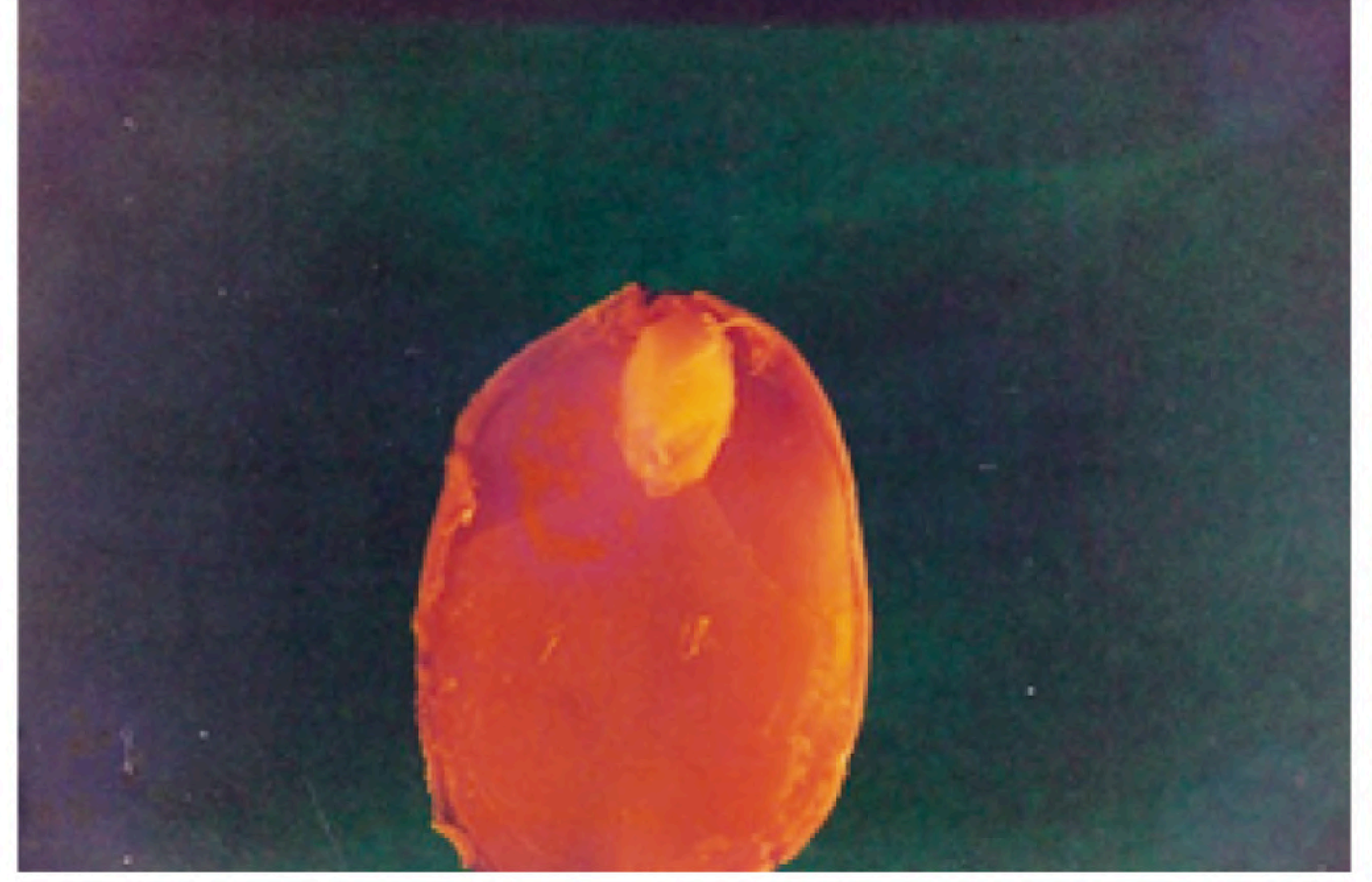


Fig. 5. Cotiledón con embrión en su integridad



Fig. 6. Embrión aislado de *Prosopis*

Técnica de corrido electroforético de proteínas en gel de poliacrylamida en placa: Esta técnica se basa en la migración de las proteínas en un campo eléctrico el cual utiliza como soporte un gel, (Poliacrylamida, Fig. 7). La preparación del gel de corrido involucra la preparación de soluciones Stock, que tienen la siguiente preparación (Davis, 1964):

Stock A: HCl 1N (48 ml); Tris (36,6g); Temed (6,23 mi); Agua destilada (100 mi); pH: 8,9.

Stock B: Hcl 1N; Tris (5,98 g); Temed (0.46 mg); Agua destilada (100ml); pH : 6,7.

Stock C: Acrylamida (28 g); Bis (07,35 g); Agua destilada (100 ml).

Stock D: Acrylamida (10 g); Bis (2,5g);

Agua destilada (100 ml).

Stock E: Riboflavina (0,004 g); Agua destilada (100 ml).

Stock F: Sucrosa (40 g); Agua destilada (100 ml).

Preparación del gel corrido: La placa del corrido, está constituida por dos tipos de geles: el gel de concentración y el gel de resolución a una concentración de 7% y 25% respectivamente. Cada uno de ellos, tienen una composición diferente que se consigue utilizando las soluciones stock como se indica a continuación:

Gel de Concentración: Stock "B" 0,5 ml.; Stock "D" 1,0 ml.; Stock "E" 0,5 ml. Gel de Resolución: Stock "A" 1,5 ml; Stock "C" 3,0 ml. Agua Destilada 1,5 ml. Persulfato de Amonio 6,0 ml.

Buffer de corrido: Se utilizó como buffer de corrido el Tris-Glicina de 0.005M, el cual es repartido en ambas celdas de la cámara de corrido (Superior e inferior). El proceso de la electroforesis se realiza a 8 º C en refrigeración, con una intensidad de 2 miliamperios por muestra, por un período de tiempo de 5 horas, al término del cual se corta el circuito eléctrico.

Revelado de las proteínas: En esta fase de la electroforesis, se procedió en primer término a la extracción del gel de la cámara de corrido, separando el gel de la placa de vidrio mediante el flujo de agua corriente y colocado en un recipiente, en el cual se adicionó una solución fijadora de proteínas constituida por el azul; de Coomassie al 1% en ácido acético, por 14 minutos; al término de este tiempo se recuperó el fijador y se procedió al decolorado del gel, para lo cual se utilizó una solución de metanol, ácido acético glicerol, agua destilada, (120: 20: 280 mi) respectivamente (Hussain, 1986) hasta que se apreció la aparición de bandas azules que reflejaron la presencia de proteínas.

Determinación del Rf.: Luego del revelado de las bandas proteicas se procede a la medición de la longitud de desplazamiento del colorante marcador (ABF), este dato nos da el valor de un frente. Luego se procede a determinar el desplazamiento de cada una de las fracciones proteicas separadas en el medio de soporte, tales medidas constituyen individualmente otro frente. La proporción entre la distancia de cada una de las bandas proteicas con el desplazamiento del marcador es lo que constituye la razón proporción de "frentes"

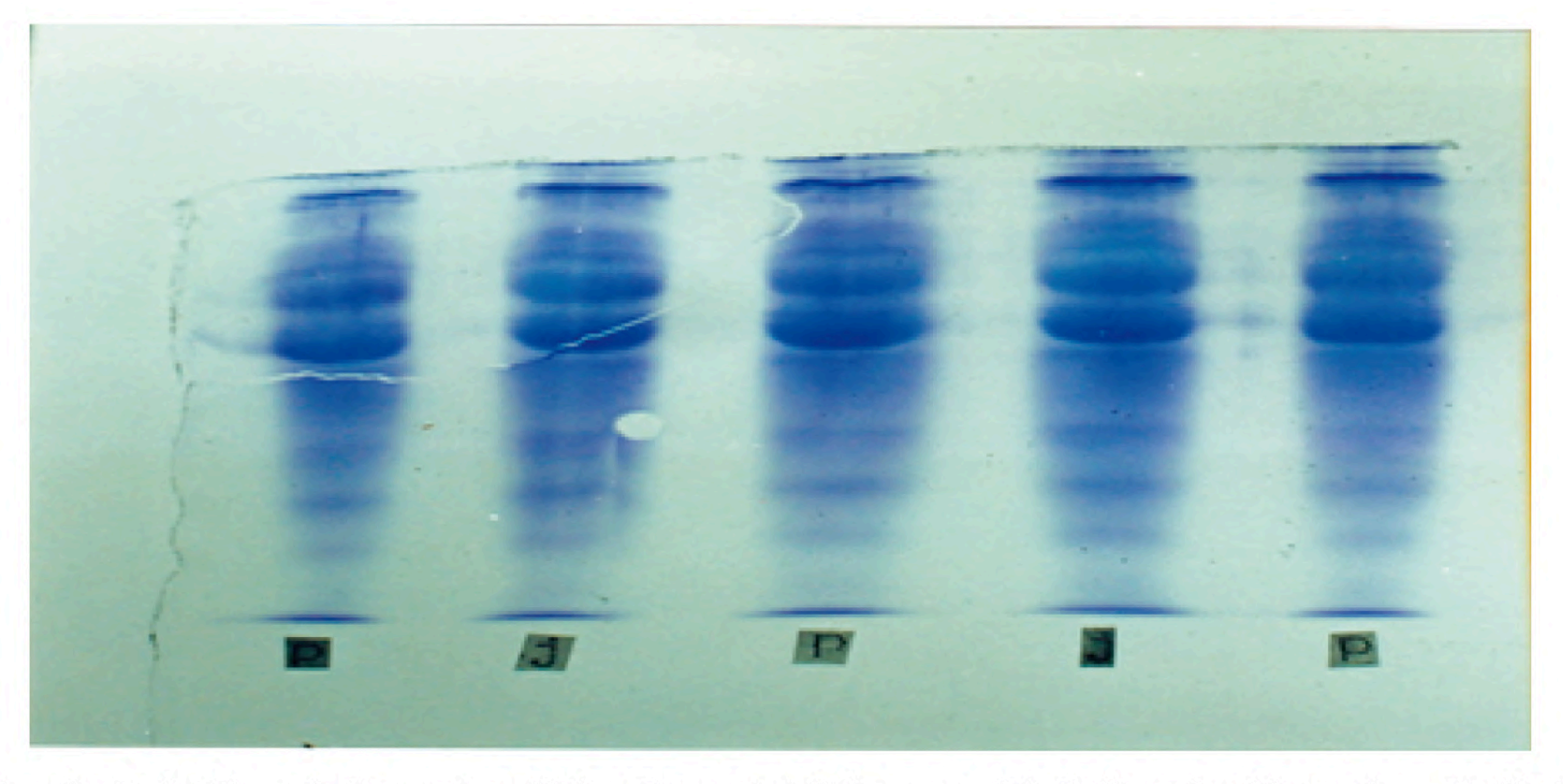


Fig. 7. Perfiles electroforéticos de *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora* en gel de Poliacrylamida en placa. Buffer Tris-Glicina 0.005 M, pH 8.3

Gráfico 1. Proteinogramas de *P. pallida* y *P. juliflora*

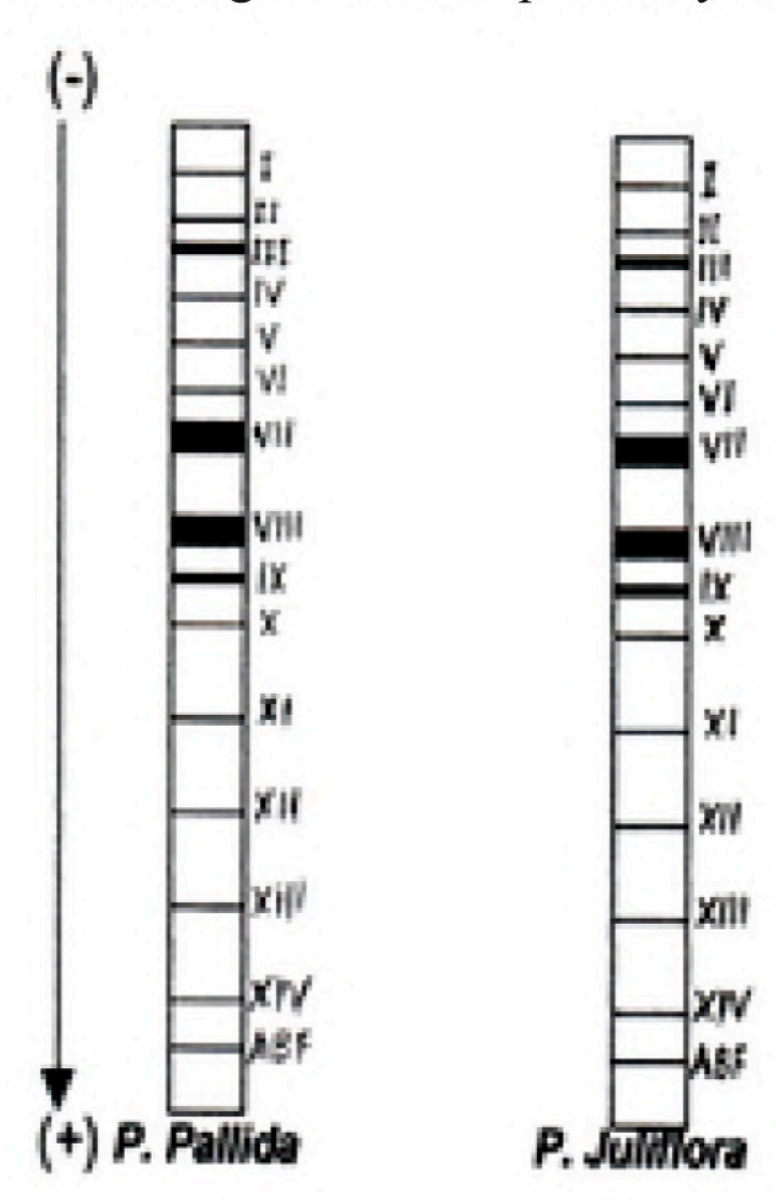


Gráfico. 2. Densiometría de *P. pallida*

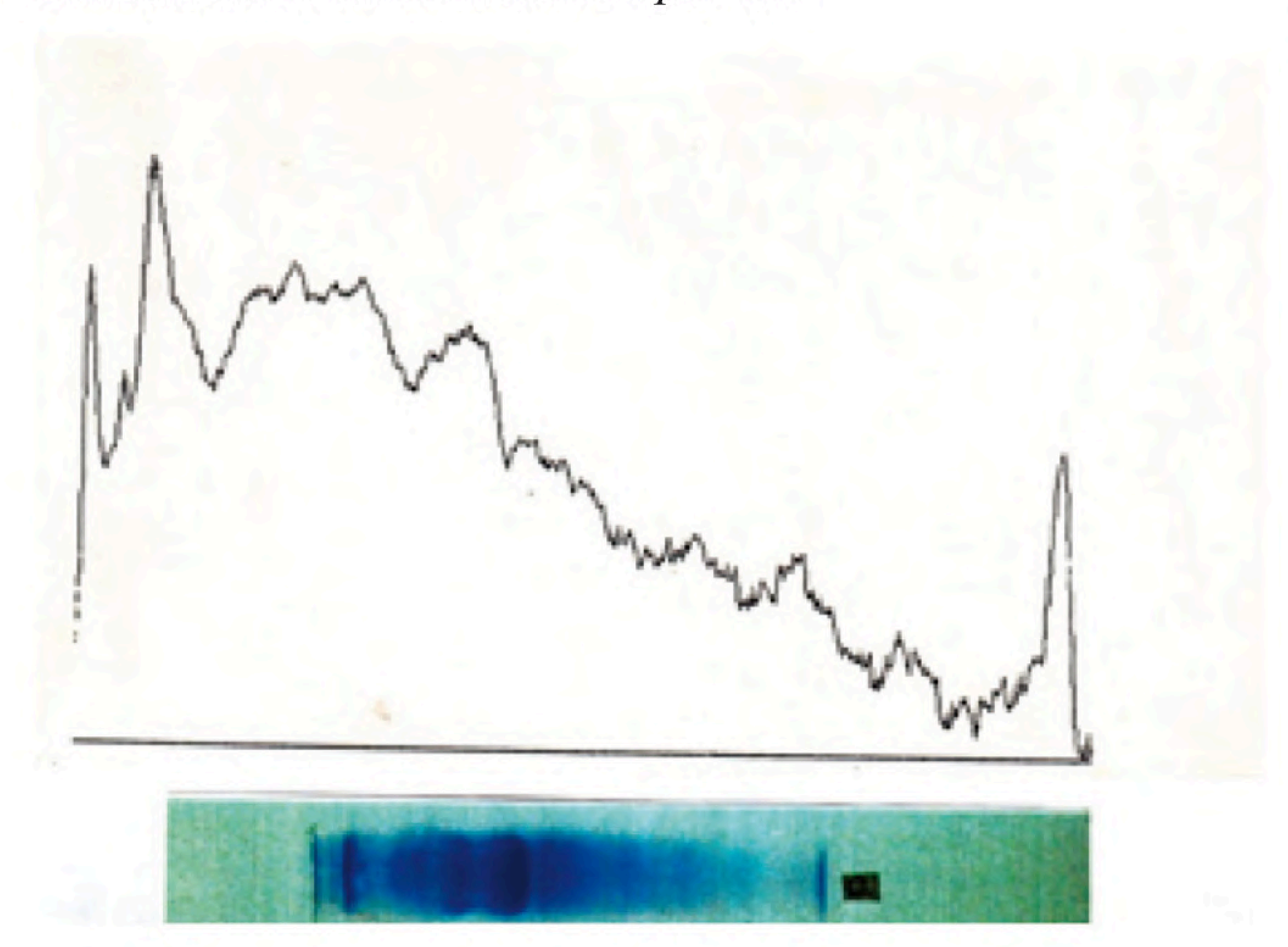
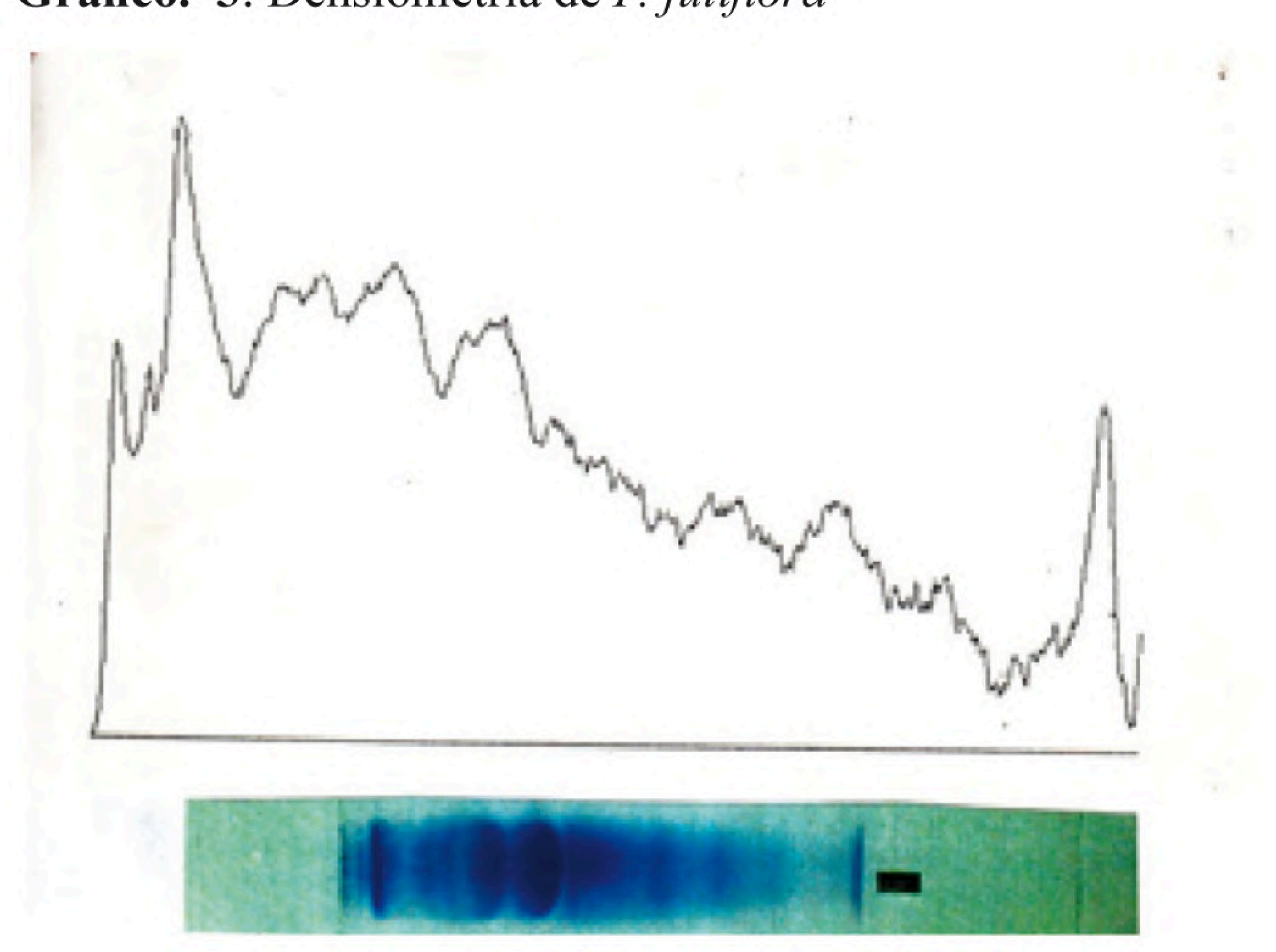


Gráfico. 3. Densiometría de *P. juliflora*



y se designa representativamente (Rf.). Este es constante para cada sustancia en un solvente dado y bajo las mismas condiciones (Gráfico 1, 2, 3)

Tratamiento estadístico: Con los valores obtenidos del Rf. Se obtuvo el promedio aritmético y la desviación estándar de cada una de las bandas de proteína de *Prosopis pallida* (Humb. Bonpl. & ex Willd.) Kunth y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. en estudio (Steel & Torrie, 1985.)

Resultados

En la determinación de los perfiles electroforéticos en gel de poliacrylamida de proteínas de *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora*, las características cualitativas de los electroforegramas presentan un número de 14 fracciones según la resolución óptica de la vista humana (Gráfico 1; Fig. 7).

Teniendo en cuenta, la distancia de corrido en el gel de resolución desde el polo negativo al polo positivo de 60 mm para *Prosopis pallida* y de 59 mm para *Prosopis juliflora* la mitad de la longitud del gel de resolución y el tiempo de recorrido (6 horas) demuestra, que existe fracciones de migración rápida que se desplazan más allá del límite medio (56 mm) y fracciones de migración lenta que alcanzan una migración máxima de 28 mm para *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora* respectivamente.

TABLA 1: Valores de Rf. de las fracciones de *Prosopis pallida* (Humb. Bonp & ex Willd.) Kunth obtenidos mediante electroforesis en gel de poliacrylamida

	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1	0.051	0.085	0.102	0.169	0.237	0.288	0.407	0.475	0.508	0.627	0.746	0.847	0.966
2	0.051	0.068	0.102	0.153	0.220	0.288	0.407	0.475	0.525	0.627	0.746	0.847	0.966
3	0.051	0.068	0.085	0.169	0.220	0.288	0.407	0.475	0.508	0.627	0.746	0.847	0.966
4	0.051	0.068	0.085	0.169	0.237	0.271	0.390	0.458	0.508	0.593	0.746	0.847	0.966
5	0.051	0.085	0.102	0.153	0.237	0.271	0.390	0.458	0.508	0.593	0.780	0.831	0.949
6	0.034	0.085	0.102	0.153	0.237	0.271	0.390	0.458	0.508	0.593	0.780	0.831	0.949
7	0.051	0.085	0.102	0.169	0.220	0.305	0.407	0.475	0.525	0.593	0.780	0.831	0.949
8	0.051	0.085	0.102	0.169	0.220	0.305 .	0.407	0.475	0.525	0.627	0.763	0.847	0.966
9	0.034	0.085	0.102	0.169	0.220	0.305 '	0.407	0.475	0.525	0.627	0.763	0.847	0.966
10	0.034	0.068	0.085	0.169	0.220	0.305	0.424	0.475	0.525	0.644	0.746	0.847	0.966
1 1	0.051	0.085	0.102	0.237	0.237	0.288	0.424	0.475	0.492	0.644	0.746	0.847	0.966
12	0.051	0.085	0.102	0.237	0.237	0.288	0.424	0.475	0.492	0.644	0.746	0.831	0.949
13	0.034	0.068	0.085	0.220	0.220	0.305	0.390	0.458	0.492	0.644	0.763	0.831	0.949
14	0.034	0.068	0.085	0.220	0.220	0.305	0.390	0.458	0.508	0.627	0.763	0.831	0.949
15	0.034	0.068	0.085	0.220	0.220	0.305	0.390	0.458	0.508	0.627	0.763	0.847	0.949
16	0.051	0.085	0.102	0.237	0.237	0.288	0.390	0.458	0.525	0.627	0.763	0.864	0.932
17	0.051	0.085	0.102	0.237	0.237	0.288	0.407	0.475	0.525	0.627	0.746	0.864	0.932
18	0.034	0.068	0.085	0.220	0.220	0.305	0.407	0.475	0.525	0.627	0.746	0.864	0.932
19	0.051	0.085	0.102	0.220	0.220	0.305	0.407	0.475	0.525	0.627	0.746	0.831	0.949
20	0.051	0.085	0.102	0.220	0.220	0.305	0.407	0.475	0.492	0.644	0.746	0.831	0.949

TABLA 2: Valores de Rf. de las fracciones de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. obtenidos mediante electroforesis en gel de Poliacrylamida

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1	0.017	0.033	0.067	0.083	0.167	0.233	0.267	0.400	0.467	0.517	0.617	0.733	0.850	0.967
2	0.017	0.033	0.067	0.083	0.167	0.233	0.267	0.400	0.467	0.517	0.617	0.733	0.850	0.967
3	0.017	0.033	0.067	0.100	0.167	0.217	0.283	0.383	0.467	0.517	0.617	0.733	0.867	0.967
4	0.017	0.033	0.083	0.100	0.150	0.217	0.283	0.383	0.467	0.533	0.600	0.717	0.867	0.950
5	0.033	0.017	0.083	0.100	0.150	0.217	0.283	0.383	0.450	0.533	0.600	0.717	0.867	0.950
6	0.033	0.017	0.083	0.100	0.150	0.217	0.283	0.400	0.450	0.533	0.600	0.717	0.833	0.950
7	0.033	0.050	0.083	0.100	0.133	0.250	0.300	0.400	0.467	0.500	0.617	0.700	0.833	0.950
8	0.017	0.033	0.050	0.083	0.133	0.250	0.300	0.400	0.467	0.500	0.633	0.700	0.833	0.933
9	0.017	0.033	0.050	0.083	0.133	0.250	0.300	0.417	0.467	0.500	0.633	0.700	0.850	0.933
10	0.017	0.033	0.050	0.083	0.167	0.233	0.283	0.417	0.450	0.533	0.633	0.700	0.850	0.956
11	0.017	0.033	0.050	0.083	0.167	0.233 '	0.283	0.417	0.450	0.533	0.617	0.733	0.850	0.967
12	0.033	0.050	0.067	0.100	0.167	0.233	0.283	0.383	0.450	0.533	0.617	0.733	0.850	0.967
13	0.033	0.050	0.067	0.100	0.150	0.217	0.267	0.383	0.467	0.517	0.617	0.733	0.867	0.933
14	0.033	0.050	0.067	0.100	0.150	0.217	0.267	0.383	0.467	0.517	0.633	0.700	0.867	0.933
15	0.017	0.033	0.067	0.100	0.150	0.217	0.267	0.400	0.467	0.517	0.633	0.700	0.867	0.933
16	0.017	0.033	0.067	0.100	0.167	0.233	0.283	0.400	0.467	0.533	0.633	0.700	0.883	0.950
17	0.017	0.033	0.067	0.100	0.167	0.233	0.283	0.400	0.450	0.533	0.600	0.700	0.883	0.950
18	0.017	0.033	0.050	0.083	0.167	0.233	0.283	0.383	0.450	0.533	0.600	0.717	0.883	0.950
19	0 033	0.017	0.050	0.083	0.150	0.217	0.267	0.383	0.450	0.500	0.600	0.717	0.883	0.933
20	0.033	0.017	0.050	0.083	0.150	0.217	0.267	0.383	0.450	0.500	0.600	0.717	0.900	0.933

TABLA 3: Valores de Rf. de las diferentes fracciones protéicas de los electroforegramas de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. los valores representan los promedios de veinte repeticiones

	X □	**S**
I	0.023	0.008
II	0.033	0.010
II	0.064	0.012
IV	0.092	0.008
V	0.155	0.012
VI	0.228	0.012
VII	0.279	0.011
VIII	0.394	0.012
IX	0.459	0.008
X	0.519	0.013
XI	0.615	0.013
XII	0.715	0.014
XIII	0.861	0.018
XIV	0.948	0.013

TABLA 4: Valores de Rf. de las diferentes fracciones protéicas de los electroforegramas de *Prosopis pallida* (Humb. Bonp. & ex Willd.) Kunth los valores representan los promedios de veinte repeticiones

	X □	**S**
I	0.024	0.009
II	0.045	0.008
III	0.078	0.009
IV	0.096	0.008
V	0.163	0.007
VI	0.226	0.008
VII	0.293	0.012
VIII	0.403	0.012
IX	0.469	0.008
X	0.512	0.013
XI	0.624	0.017
XII	0.756	0.013
XIII	0.843	0.011
XIV	0.953	0.012

En la Fig. 7, se muestra dicho aspecto, ambas muestras presentan fracciones de desplazamiento lento correspondientes a las fracciones I, II, III IV, V, VI, VII, VIII, IX, y las fracciones X, XI, XII, XIII y XIV de desplazamiento rápido.

Corroborando estos hechos, consecuentemente los valores de medición relativa (Rf.), (tabla I y II) calculados en base a una mayor o menor distancia de desplazamiento en un mismo tiempo, existe una relación directa, entre las dimensiones reales de las distancias recorridas por cada banda de proteína y la medición relativa que son características para cada fracción de proteína del electroforegrama. Estos valores calculados en ambas muestras son muy similares tal como se puede apreciar en las tablas III y IV.

Las lecturas de los electroforegramas al densitómetro computarizado nos muestra un mayor número de fracciones (> 20) en cada una de las muestras, como lo demuestran las gráficos 2 y 3; pero, como puede apreciarse los picos del gráfico, son coincidentes para cada fracción proteica en ambas especies.

Discusión

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo, se demuestra, que bajo condiciones experimentales de laboratorio, los extractos de proteínas solubles de embriones de semillas de *Prosopis pallida* (Humb. Bonp. & ex Willd.) Kunth y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. presentan, una marcada similitud en el número de fracciones proteicas. Asimismo, la determinación del Rf. nos muestra, que el número de fracciones de migración lenta y rápida son similares. Este resultado, se asemeja a los resultados encontrados por Parra & Ortiz, (1993) al analizar proteínas de semillas de variedades de *Zea mays* "maíz".

Los resultados, no reflejan una diferencia marcada en el número de fracciones proteicas en las especies en estudio (*Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora*), esto podría deberse en parte, al tipo de muestra empleada para el presente trabajo, el embrión, el que ha sido empleado en su estado de latencia, estado en que es probable no se encuentren manifestadas las proteínas que podrían dar las características fenotípicas propias de cada especie. Como se conoce, los fenotipos pueden ser producidos por sistemas genéticos diferentes (sistemas poligénicos), los cuales tienen la capacidad de responder adaptativamente frente a un amplio rango de variaciones de factores ambientales (Kirpichnikov, 1973; Vilela & Palacios, 1998).

El embrión es el primer estado de un organismo y muchos de los cambios fenotípicos se dan en el transcurso de desarrollo y dichos cambios operan a nivel molecular (proteínas) las cuales estarían correlacionadas con la intensa organogénesis de un organismo completo (Duke & Panteloury, 1963).

Debemos considerar, que el establecimiento de los modelos electroforéticos de los constituyentes proteicos de un organismo, pueden variar dependiendo de qué parte se toma para el estudio, como el caso particular del presente estudio (embrión).

El número de fracciones que muestra la lectura densitométrica y, que no se aprecian ópticamente en los electroforegramas, puede deberse a la baja concentración de proteínas presentes en la muestra de corrido.

Existe la posibilidad de una mejor extracción de proteínas, logrando una mejor

nitidez de las fracciones, sin embargo, el número de estas es la misma en ambas muestras.

Por los resultados obtenidos, podemos afirmar que, bajo las condiciones experimentales del presente trabajo *Prosopis pallida* y *Prosopis julifiora* son la misma especie; dejando la alternativa que posteriores trabajos a nivel de secuenciación del DNA demuestren lo contrario.

Conclusiones

• Los electroforegramas de las proteínas de embrión de *Prosopis pallida* (Humb. Bonp. & ex Willd.) Kunth, y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC, muestran que son la misma especie.

• La electroforesis en gel de poliacrylamida, permite determinar presencia de concentraciones muy pequeñas de proteínas.

• La técnica de electroforesis, puede ser aplicada en la caracterización y sistematización de vegetales en las primeras etapas de desarrollo

Literatura Citada

Aguirre, A. 1989. Evaluación de dos planteaciones de "algarrobo" (*Prosopis pallida*) en Riego por Goteo en las zonas áridas de los Departamentos de Piura, Piura-Perú.

Aldave, A. & J. Mostacero. 1988. Especies de plantas peruanas de importancia económica. Edit. Libertad. Trujillo-Perú.

Barriga, C. 1988. Revisión y Análisis de la Bibliografía Nacional sobre el género *Prosopis* I parte.

Burkart, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. 2da Edic. Edit. Buenos Aires-Argentina, p 126-143.

Canchachí, W.; F. Cueva & J. Arellano. 1974. Electroforegramas de las proteínas de *Dormitator latifrom* "monengue" en geles de Poliacrylamida. Quinto Congreso Nacional de Biología. Cuzco-Perú.

Canchachí, W; F. Cueva & J. Arellano. 1974. Patrones electroforéticos en geles de Poliacrylamida de las proteínas solubles de "camarón de río": Estudio comparativo de las especies *Macrobrachium inca* y *Cryphiops caementarius*. Quinto Congreso Nacional de Biología. Cuzco-Perú.

Canchachí, W; F. Cueva & J. Arellano. 1977. Variaciones de los modelos electroforéticos de las proteínas de *Lupinus* sp. "chocho" en granos secos germinados, remojados y hervidos. Quinto Congreso Nacional de Biología. Cuzco-Perú.

Cortez, R. 1979. Modelos de electroforéticos de las proteínas de *Phaseolus vulgaris* L. I. Estudio preliminar de las fracciones Proteicas en semillas secas y germinadas de Tres variedades. Trabajo de habilitación para Promoción Docente. UNT. Trujillo-Perú.

Chávez, J. 1997. Perfil Electroforético en gel de Poliacrylamida de Proteínas de *Solanum tuberosum* L. "papa", en cultivares amarilla de Carabamba y de San Ignacio. Tesis Biólogo. Universidad de Trujillo.

Davis, B. 1964. Disc Electrophoresis - II. Method and Application to Human Serum Proteins. Gel Electrophoresis. Annals of the New York Academy of Sciences. 121 (2): 405 - 426.

Díaz, A. 1995. Los "Algarrobos". 1ra Edic. Lambayeque - Perú. pp. 15-17.

Duke, P. & F. Pantelouries. 1963. Ontogénesis of lymph proteins in *Drosophila melanogaster*. Comp. Bioch. Physiol. 10: 351-355.

Hussain, A. 1986. Manual Práctico para Detección de Isoenzimas y otras Proteínas. Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT.

Ferreyra, R. 1979. El "algarrobo" y "Manglar" de la Costa Norte del Perú. Boletín de Lima pp. 132-135. Lima-Perú.

Ferreyra, R. 1987. Estudio Sistemático de los "Algarrobales" de la Costa Norte del Perú. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional Forestal y de Fauna. Lima-Perú

Kirpichnikov, V. S. 1973. Geneticand Metagenesis offish. New York. Pg. 224-233

Olivera, A. & W. Arrascue. 1971. Proteínas de la Harina de "Quinua", "Cañihua" y "Soya". Tercer estudio comparativo electroforéticos sobre gel de Poliacrylamida. Boletín de la sociedad química del Perú. XXXVII: 175.

Parra, P. & L. Ortiz. 1993. Caracterización electroforética de cultivares de "Soya" Agronomía Trop. 47 (3): 299-314.

Parra, P. & L. Ortiz. 1993. Montaje de un método Electroforético para la Identificación de Cultivares de "maíz". Rev. Fac. Agrom. (Maracay) 19: 213-226.

Rodríguez, E. & M. Mora. 1996. Inventario del "Algarrobal de Moro" y su importancia. Rebiol 16 (1 - 2): 57-65. Trujillo-Perú.

Sánchez, L. 1984. Revisión Taxonómica y Análisis Cuantitativo del Género *Prosopis* en el Departamento de Lambayeque. Perú.

Salas, R. & C. Scotto. 1997. Técnicas Aplicadas al estudio de la Biodiversidad. Lima-Perú.

Steell y Torrier, J. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos 2da Edic.Edit. Graw-Hill. Bogotá-Colombia.

Vilela, A. & R. Palacios. 1998. Nueva Clave para la Identificación de Especies Sudamericanas del Género *Prosopis*. Arnaldoa 5 (1): 57-66.